

## **Gediz Nehri'nin güneyindeki tarım alanlarının taban suyu seviyesi ve kalitesinin zamansal değişimi**

Nil KORKMAZ<sup>1\*</sup> Mehmet GÜNDÜZ<sup>1</sup> Şerafettin AŞIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi, İzmir

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, İzmir

Alınış Tarihi: 29 Mayıs 2016 Kabul Tarihi: 21 Eylül 2016

### **Öz**

Bu araştırmada, Türkiye'nin batısında Ege Bölgesinde bulunan Menemen Sol Sahil sulama sisteminin Gediz Nehri'nin güneyindeki tarım alanlarının taban suyu seviyesi ve kalitesinin zamansal değişimi belirlenmiştir. Ege Denizi'ne yakın olan sulama alanında bağ, sebze ve meyve tarımı yaygın olup taban suyu sulama suyu olarak da kullanılmaktadır. Bu nedenle taban suyunun sulamaya uygunluğunun belirlenmesi için araştırma alanına 65 adet taban suyu gözlem kuyusu açılmıştır. Bu kuyulardan 2011 ve 2012 yıllarının yağışlı döneminde (Ocak ve Nisan), sulama dönemi öncesinde (Haziran), sulama döneminde (Ağustos), sulama dönemi sonrasında (Ekim) taban suyu seviyeleri ölçülmüş ve su örnekleri alınmıştır. Araştırma yıllarında aylık ortalama taban suyu seviyeleri 106-172 cm, EC değerleri 1.84-2.40 dSm<sup>-1</sup>, pH değerleri 7.6-8.0, toplam çözünmüş madde miktarı (TÇM) 1 177-1 542 mg l<sup>-1</sup>, Cl değerleri 5.5-13.9 me l<sup>-1</sup>, SAR değerleri 3-5, RSC değerleri 0.3-2.0 me l<sup>-1</sup>, B değerleri 0.9-1.5 ppm, NO<sub>3</sub>-N 10.5-15.8 ppm, toplam P 0.1-0.4 mg l<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; araştırma alanının genelinde EC, TÇM, B, NO<sub>3</sub>-N açısından II. sınıf, alanın %10-30'unda ise RSC, Cl, B ve toplam P içeriği yüksek taban suyu bulunmaktadır. Taban suyu seviyesinin alanın yaklaşık %66'sında 150 cm'nin üstünde olduğu, ancak yağışlı dönem (Ocak) ve sulama döneminde (Ağustos) 90 cm'nin üstüne çıktığı belirlenmiştir. Taban suyundan kaynaklanan tarımsal sorunların çözülebilmesi için araştırma alanındaki mevcut tarla içi drenaj sistemlerinin kontrol edilmesi, çalışmayan sistemlerin bakım ve onarımlarının yapılması, olmayan alanlara da yeni sistemlerin tesis edilmesi bir öneri olarak sunulabilir.

**Anahtar kelimeler:** Taban suyu seviyesi, Taban suyu kalitesi, Zamansal değişim, Gediz

### **Temporal variations in the levels and quality of groundwater in the agricultural areas in the South-East of the Gediz River**

\* Sorumlu yazar (Corresponding author): nilkorkmaz@yahoo.com

## Abstract

In this study, the temporal variation in the levels and quality of groundwater in the agricultural areas in the Menemen Left Bank irrigation system in the south-east of the Gediz River was determined. In the irrigation area near the Aegean Sea, vineyards, vegetable and fruit farming is widespread and groundwater is used as irrigation water. 65 groundwater observation wells were sunk in the research area to determine the suitability of water for irrigation. The water levels in these wells were measured and water samples were taken in 2011 and 2012 in the rainy season (January and April), before the irrigation season (June), during the irrigation season (August), and after the irrigation season (October). In the study years, the monthly average groundwater levels were 106-172 cm, EC values were 1.84-2.40 dSm<sup>-1</sup>, pH values were 7.6-8.0, the total amount of dissolved matter (TDM) was 1177-1542 mg l<sup>-1</sup>, Cl values were 5.5-13.9 me l<sup>-1</sup>, SAR values were 3-5, RSC values were 0.3-2.0 me l<sup>-1</sup>, the B value was 0.9-1.5 ppm, NO<sub>3</sub>-N was 10.5-15.8 ppm, and total P was 0.1-0.4 mg l<sup>-1</sup>. Results showed that the groundwater of the research area was generally Class II, with high RSC, Cl, B and total P content in 10-30% of it. The groundwater level was found to be above 150 cm in approximately 66% of the area, but in the rainy season (January) and in the irrigation season (August) it rose above 90 cm. In order to solve agricultural problems arising from groundwater, checking the existing field drainage systems in the study area, performing maintenance and repair of non-functioning systems and installation of the new systems in the areas with no drainage system can be presented as a recommendation.

**Keywords:** Groundwater level, Groundwater quality, Temporal variation, Gediz

## 1. Giriş

Tarımsal üretimin artırılmasında temel girdilerden olan sulama, tekniğine uygun yapılmadığında özellikle topoğrafik yetersizliğin olduğu alanlarda yükselen taban suyu seviyesine bağlı olarak tuzluluk ve alkalilik sorunlarının doğmasına yol açmaktadır. Sulanan alanlarda taban suyunun seviyesi ve kalitesi, uygulanan sulama suyunun miktarına, kalitesine ve drenaj sisteminin etkinliğine bağlı olarak değişmektedir. Sürdürülebilir sulu tarımda ön koşul, sulamanın çevreye zarar vermeden etkili ve verimli bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Kurak ve yarı kurak bölgelerde topraktaki fazla su çoğunlukla çoraklık sorunu yaratmaktadır. Belirli mevsimlerde buharlaşma yoluyla bitki kök bölgesinden uzaklaşan su, içeriğindeki erimiş tuzları toprakta bıraktığından kültür bitkileri için uygun olmayan bir ortam oluşmaktadır.

Geliştirilmiş toprak haritası etütlerinde kullanılan tuzluluk ve alkalilik kriterlerine göre Türkiye'de 1 518 722 ha alanda tuzluluk ve alkalilik sorunu

bulunmaktadır. Çorak araziler, yüzölçümün %2'sine, işlenen tarım arazilerinin %5.5'ine eşdeğer büyüklüktedir. Çorak alanların %74'ü tuzlu, %26'sı tuzlu-alkali ve %0.5'i alkali topraklardan oluşmaktadır (Sönmez ve Beyazgül, 2014).

Taban suyu seviyesi ve tuzluluğu ile toprak tuzluluğu, tarım alanlarında üretimi etkileyen en önemli etmenlerdendir. Tuzlu taban suyu, toprak çözeltisinin ozmotik basıncının yükselmesine ve buna bağlı olarak köklerin topraktan su alımlarının azalmasına neden olduğundan bitki verimi ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Bazı toksik iyonların (Cl, Na, HCO<sub>3</sub>, B) yüksek konsantrasyonları, yapraklarda ve vejetatif organlarda yanmaya ve kurumaya neden olabilirken meyve kalitesi üzerine olumsuz etki yapabilmektedir (Yurtseven, 1997). Sodyum iyonu toprakta aşırı miktarda arttığında ise toprak yapısı bozulmakta ve geçirgenlik sorunları ortaya çıkmaktadır. Menemen Sol Sahil sulama alanında taban suyu seviyesinin belirlenmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Menemen Sol Sahil sulamasında, sulamaların en yoğun olduğu Temmuz ayında taban suyu seviyesinin denize yakın bölgenin %80.4'ünde 101-150 cm'nin, %1.7'sinde ise 51-100 cm'nin altına düşmediği coğrafi bilgi sistemi (CBS) tekniğiyle belirlenmiştir (Çamoğlu vd., 2006). Menemen Ovası sulamasının sulama birliklerine devir öncesi (1991-1994 yılları arası) ortalama taban suyu seviyesi yaklaşık 186 cm, tuzluluğu 2.65 dSm<sup>-1</sup> iken; devir sonrası (2001-2004 yılları arası) anılan değerler 148 cm ve 3.14 dSm<sup>-1</sup> olarak gerçekleşmiştir (Kıymaz, 2006). Bu çalışmada, Menemen Sol Sahil sulama alanının Gediz Nehri'ne yakın bölgesinde sulama suyu olarak da kullanılan taban suyunun 2011 ve 2012 yıllarında seviyesi, kalitesi ve bunların zaman içerisindeki değişimleri belirlenmiş ve sulamaya uygunluk yönünden değerlendirmeleri yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Menemen Sol Sahil sulama sistemi, Türkiye'nin batısında Gediz Havzası içerisinde 38°26'-38°40' Kuzey enlemleri ile 26°40'-27°07' Doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Menemen Ovası topraklarının bünyesi; tın, kumlu-tın ve siltli-tın'dır. Araştırma alanında Gediz, Çiftlik, Eskiyağak toprak serileri yaygındır. Gediz serisi, Gediz Nehri'nin sirtlarında ve sırttan alçak tabana geçişte, ince tın bünyeli; Çiftlik ve Eskiyağak toprağı nehirin eski ve şimdiki yataklarını izleyen kaba bünyeli alüvyum üzerinde yer almaktadır

(Topraksu, 1971). Oadaki bitkisel üretim; bağ, sebze, meyve, zeytin, pamuk, tahıl, bostan ve narenciye üzerinde yoğunlaşmıştır.

Sulama sisteminin başında ve Gediz Nehri'nin güneyinde bulunan araştırma alanı 2009 ha'dır. Akdeniz ikliminin hakim olduğu araştırma alanında 1954-2015 yıllarına göre ortalama yağış 539.8 mm, sıcaklık 16.9°C'dir. Deneme yıllarında yıllık toplam 812.0 mm ve 624.0 mm yağış olmuştur (MGM, 2015).

Gediz Havzası ve Menemen Ovası'nın başlıca su kaynağı 275 km uzunluğundaki Gediz Nehri'dir. Akarsu sistemi iki ana rezervuar ve üç regülatör tarafından kontrol edilmektedir. Yazın sulamada kullanılmak üzere kış yağışları Demirköprü Barajı ve Marmara Gölü'nde depolanmaktadır. Aşağı Gediz Havzasının sonunda yer alan Menemen Sol Sahil Sulama Sistemi 1944 yılında hizmete açılmış olup 16 585 ha brüt sulama alanı bulunmaktadır. Araştırma alanı Maltepe, Kesikköy ve Seyrek sekonderleriyle sulanmaktadır.

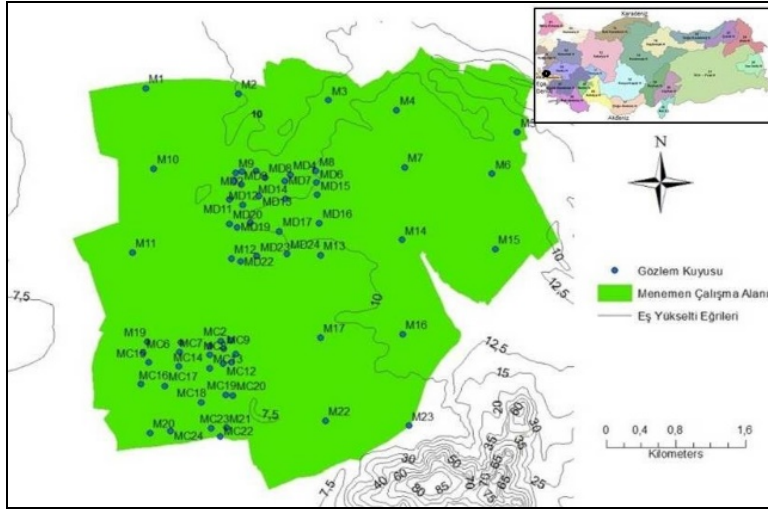
## 2.2.Yöntem

### 2.2.1.Taban suyu gözlem kuyuları

Araştırma alanına, sayısallaştırılmış 1/25000 ölçekli toprak seri haritaları esas alınarak toplam 65 adet taban suyu gözlem kuyusu açılmıştır. Kuyular esas itibarıyla 100 ha alana bir adet olacak şekilde açılmış ve GPS ile koordinatları belirlenmiştir. Ayrıca bu 100 ha'lık alanlardan iki tanesine 100, 300, 600 ve 1000 m aralıklarla 25'şer adet taban suyu gözlem kuyusu yerleştirilmiştir (Şekil 1). Gözlem kuyuları 8-10 cm çapında açılan burgu deliği içerisine Ø63 mm çaplı 380 cm uzunluğunda PVC borular yerleştirilerek oluşturulmuştur. Plastik borunun toprak üstünde kalan kısmı deliksiz olurken, 300 cm'lik kısmı ise 1 cm<sup>2</sup>'ye en az bir delik gelecek şekilde 1-2 mm'lik matkapla delinmiştir (DSİ, 2005).

### 2.2.2. Taban suyu örneklerinin alınması ve analizi

2011 ve 2012 yıllarının Ocak, Nisan, Haziran, Ağustos ve Ekim aylarında taban suyu (GW) seviye ölçümleri yapılmış ve aynı kuyulardan su örnekler alınmıştır. Ocak ve Nisan ayı, yağışlarının etkili olduğu dönemi; Haziran ayı sulama sezonu öncesini; Ağustos ayı sulama sezonunu ve ekim ayı ise sulama sezonu sonrasını temsil etmektedir. Taban suyu örneklerinin pH, elektriksel iletkenlik (EC); çözünebilir iyonlar (Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), bor (B), nitrat azotu (NO<sub>3</sub>-N), toplam fosfor (P) içerikleri belirlenmiştir (APHA-AWWA-WPCF, 1998).



Şekil 1. Araştırma alanı ve taban suyu gözlem kuyuları

Analiz sonuçlarından yararlanarak taban sularının sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) ve artık sodyum karbonat konsantrasyonu (RSC), toplam çözünmüş madde (TÇM) değerleri hesaplanmıştır. Kalite özellikleri, "Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği" (Resmi Gazete, 2012), "Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği" (Resmi Gazete, 2010), Ayers ve Westcot (1989), Eaton (1950)'na göre değerlendirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma alanına açılan gözlem kuyularında ölçülen taban suyu seviyeleri ve taban suyunun kalite özellikleri Çizelge 1 ve 2'de, sınıflandırmalara göre dağılımları ise Çizelge 3'de verilmiştir. Taban suyu ortalama seviyeleri, en yüksek 2011'de 106 cm (Ocak), 2012'de 133 cm (Ağustos); en düşük ise her iki yılda da sulama sonrası dönem olan Ekim ayında (162 ve 172 cm) olmuştur. Bu durum, yağışların ve sulamaların taban suyunun yükselmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Taban suyu seviyelerinin derinlik sınıflarına göre dağılımları Şekil 2'de verilmiştir. Taban suyu seviyesi 2011'de kuyuların %42-69'unda 100-200 cm arasında, %11-50'sinde 100 cm'nin üzerindeyken 2012'de %46-65 ve %13-38 olmuştur.

Çizelge 1. 2011 yılına ait taban suyu seviyeleri ve bazı kalite özelliklikleri

Dönemler	Seviye cm	EC dS m <sup>-1</sup>	pH	SAR	RSC me l <sup>-1</sup>	Katyonyonlar (me l <sup>-1</sup> )				Anyonlar (me l <sup>-1</sup> )				TÇM mg l <sup>-1</sup>	B ppm	NO <sub>3</sub> -N mg l <sup>-1</sup>	Top. P mg l <sup>-1</sup>	
						Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>					
Ocak	Min	0	0.37	7.3	1	0.0	0.6	0.1	0.5	0.5	0	1.6	0.5	0.1	239	0.0	2.6	0.0
	Max	280	12.12	8.3	24	7.9	55.8	7.0	17.0	73.2	0	17.5	124.6	26.4	7763	5.8	49.3	15.6
	Ort	106	2.11	7.8	4	0.3	9.4	0.6	2.8	11.3	0	6.3	13.9	3.9	1347	1.1	12.1	1.0
	Std.Sp	61	1.90	0.2	4	1.4	10.7	0.9	2.7	11.8	0	3.3	19.1	5.4	1210	1.0	10.8	2.8
Nisan	Min	60	0.36	7.1	1	0.0	0.6	0.1	1.1	1.1	0	1.0	0.6	0.0	232	0.0	1.7	0.0
	Max	323	13.00	8.2	12	10.0	49.6	5.6	29.8	102.1	0	20.7	126.3	41.3	8320	4.9	60.7	4.7
	Ort	152	1.93	7.6	3	0.7	8.8	0.5	5.2	8.3	0	8.7	8.5	5.7	1238	0.9	11.1	0.4
	Std.Sp	60	1.98	0.2	3	1.5	9.9	0.8	4.4	13.1	0	4.0	16.8	7.4	1265	0.9	11.3	0.9
Haziran	Min	69	0.63	7.2	1	0.0	0.6	0.1	1.7	1.3	0	5.0	1.4	0.2	403	0.2	1.6	0.0
	Max	310	13.53	8.2	25	13.4	80.3	5.9	29.5	62.7	0	25.4	90.1	68.4	8659	5.1	46.7	2.5
	Ort	155	2.40	7.6	4	1.3	11.7	0.6	5.8	9.7	0	12.1	7.8	7.9	1501	1.0	13.4	0.3
	Std.Sp	57	2.01	0.3	4	2.6	15.1	0.8	4.1	8.2	0	4.9	12.1	12.1	1288	0.8	12.5	0.5
Ağustos	Min	28	0.66	7.0	1	0.0	2.0	0.1	0.4	4.6	0	4.8	1.4	0.1	420	0.1	1.4	0.0
	Max	310	11.99	8.2	36	14.3	66.1	5.6	15.1	64.4	0	22.0	59.8	58.2	7674	6.0	59.9	1.5
	Ort	133	2.39	7.6	4	1.4	11.4	0.6	2.2	12.2	0	11.0	8.0	7.3	1526	1.5	15.8	0.1
	Std.Sp	64	1.70	0.3	5	2.9	13.6	0.8	2.5	11.0	0	4.2	10.8	12.5	1352	1.1	15.5	0.2
Ekim	Min	40	0.62	7.0	1	0.0	1.0	0.1	0.5	2.4	0	4.3	1.9	0.1	396	0.3	2.0	0.0
	Max	310	10.51	8.4	38	20.8	81.7	5.3	18.0	51.8	0	28.4	57.6	73.6	6726	5.1	55.4	1.8
	Ort	162	2.18	7.7	5	1.5	11.8	0.6	2.6	8.8	0	8.6	7.2	7.9	1401	1.2	13.1	0.1
	Std.Sp	63	1.90	0.4	6	3.3	15.3	0.7	3.2	8.1	0	4.3	9.0	13.6	1225	1.0	13.7	0.4

Çizelge 2. 2012 yılına ait taban suyu seviyeleri ve bazı kalite özellikleri

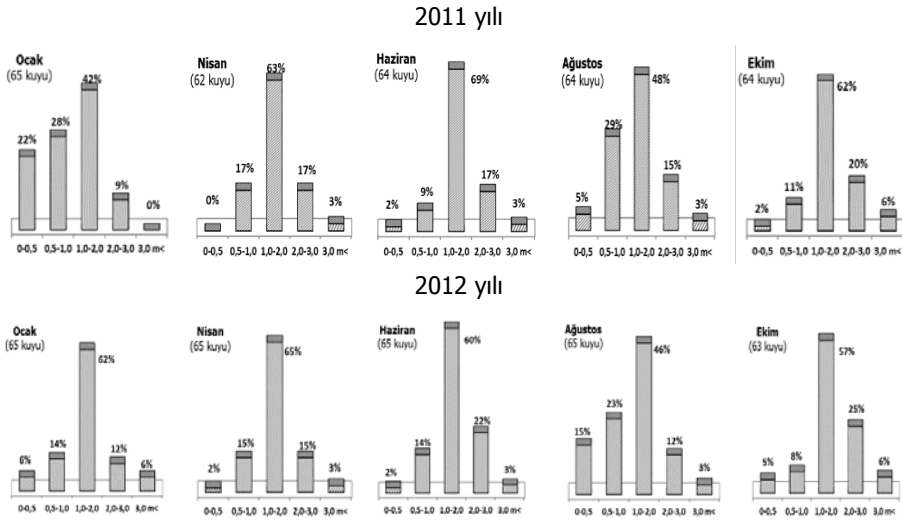
Dönemler	Seviye cm	EC dS m <sup>-1</sup>	pH	SAR	RSC me l <sup>-1</sup>	Katyionlar (me l <sup>-1</sup> )				Anyonlar (me l <sup>-1</sup> )				TÇM mg l <sup>-1</sup>	B ppm	NO <sub>3</sub> -N mg l <sup>-1</sup>	Top P mg l <sup>-1</sup>	
						Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>					
Ocak	Min	0.30	7.2	1	0.0	0.8	0.1	0.8	0.8	0	2.5	0.5	0.1	189	0.0	1.5	0.0	
	Max	8.19	8.1	38	19.7	57.4	2.6	21.8	43.5	0	23.9	42.8	53.9	5242	5.9	58.2	5.3	
	Ort	1.52	1.89	7.6	4	1.0	9.8	0.4	4.0	7.9	0	8.7	5.5	7.9	1206	1.0	13.8	0.4
	Std.Sp	68	1.60	0.2	5	2.8	11.6	0.4	3.1	7.1	0	3.8	7.4	10.0	991	1.0	14.2	1.0
Nisan	Min	0.44	7.5	1	0.0	0.8	0.1	0.7	1.2	0	2.9	1.3	0.1	282	0.4	1.5	0.0	
	Max	12.00	8.3	35	22.1	68.9	8.0	21.8	47.4	0	28.4	56.8	55.9	7680	4.7	56.7	1.4	
	Ort	1.55	2.40	7.9	4	0.8	11.4	0.5	4.3	10.6	0	10.4	7.7	8.7	1542	1.3	10.9	0.1
	Std.Sp	60	2.10	0.2	5	2.9	14.8	1.1	3.1	8.1	0	4.4	8.7	12.0	1336	0.9	12.7	0.3
Haziran	Min	0.35	7.4	1	0.0	0.9	0.1	0.7	1.7	0	2.9	1.2	0.1	223	0.1	1.0	0.0	
	Max	13.22	8.3	29	25.4	59.7	11.9	20.0	37.7	0	32.9	57.5	51.1	8458	4.4	48.9	2.1	
	Ort	1.51	2.23	7.8	4	1.2	9.8	0.9	3.0	8.9	0	9.1	7.4	6.2	1429	1.2	10.5	0.2
	Std.Sp	62	1.70	0.2	4	3.6	12.0	1.7	2.7	6.9	0	4.8	8.5	9.7	1378	0.8	11.7	0.3
Ağustos	Min	0.36	7.4	1	0.0	1.3	0.1	0.5	2.2	0	3.9	0.5	0.0	230	0.4	1.2	0.0	
	Max	31.1	7.64	8.3	31	25.9	52.9	3.9	13.5	35.5	0	31.7	33.7	4886	5.4	57.6	2.6	
	Ort	1.33	1.89	7.9	4	2.0	9.9	0.8	4.6	7.0	0	11.1	6.8	4.5	1216	1.4	11.9	0.3
	Std.Sp	69	1.50	0.3	5	4.1	10.5	0.7	2.6	6.2	0	5.3	6.8	6.9	920	1.0	12.9	0.5
Ekim	Min	0.45	7.3	1	0.0	1.2	0.1	0.8	2.3	0	3.0	0.9	0.5	288	0.3	1.0	0.0	
	Max	31.6	7.25	8.5	36	20.4	72.2	6.6	17.5	38.0	0	28.5	30.5	55.4	4640	5.0	45.2	1.6
	Ort	1.72	1.84	8.0	4	1.0	9.9	0.7	3.4	8.0	0	8.0	5.6	8.5	1177	1.3	10.9	0.1
	Std.Sp	64	1.60	0.3	5	3.2	11.9	1.1	3.1	7.1	0	4.3	6.2	11.3	985	0.9	12.2	0.3

Çizelge 3. Taban suyu kalite özellikleri sınıflamalarına göre gözlem kuyularının dağılımı

Sınıf değeri	Sınıflar	2011 yılı												2012 yılı											
		Ocak		Nisan		Haziran		Ağustos		Ekim		Ocak		Nisan		Haziran		Ağustos		Ekim					
		64 kuyu Ks* %	62 kuyu Ks %	61 kuyu Ks %	61 kuyu Ks %	62 kuyu Ks %	61 kuyu Ks %	62 kuyu Ks %	61 kuyu Ks %	61 kuyu Ks %	62 kuyu Ks %	63 kuyu Ks %	63 kuyu Ks %	61 kuyu Ks %	63 kuyu Ks %	63 kuyu Ks %	63 kuyu Ks %	62 kuyu Ks %	62 kuyu Ks %	63 kuyu Ks %	59 kuyu Ks %				
0-0.7	I.sınıf (zararsız)	7	11	9	15	1	1	1	2	1	2	1	2	3	5	2	3	1	2	5	8	2	3		
0.7-3.0	II.sınıf (az-orta zarar)	44	69	43	69	49	80	49	79	53	87	51	84	50	80	51	82	47	76	49	76	49	83		
3.0<	III.sınıf (tehlikeli)	13	20	10	16	11	18	12	19	7	11	7	11	11	17	11	17	10	16	8	16	8	14		
500>	I.sınıf (zararsız)	9	14	11	18	2	3	2	3	1	2	6	10	3	5	1	2	7	13	4	7	13	4	7	
500-2000	II.sınıf (az-orta zarar)	44	69	44	71	51	84	50	81	53	87	48	79	50	79	51	81	46	73	47	80	73	47	80	
2000<	III.sınıf (tehlikeli)	11	17	7	11	8	13	10	16	7	11	7	11	10	16	11	17	9	14	8	13	14	8	13	
3>	I.sınıf (zararsız)	46	72	43	69	37	61	39	63	34	56	41	67	45	71	44	70	40	65	37	63	63	37	63	
3-9	II.sınıf (az-orta zarar)	13	20	16	26	19	31	19	31	22	36	26	26	12	19	14	22	14	23	19	32	19	32	19	32
9<	III.sınıf (tehlikeli)	5	8	3	5	5	8	4	6	5	8	4	7	6	10	5	8	8	13	3	5	3	5	3	5
4>	I.sınıf (zararsız)	20	31	33	53	28	46	29	47	29	48	39	64	23	37	26	41	33	52	37	63	63	37	63	
4-10	II.sınıf (az-orta zarar)	18	28	15	24	22	36	22	35	23	37	16	26	29	46	27	43	18	29	12	20	20	12	20	
10<	III.sınıf (tehlikeli)	26	41	14	23	11	18	11	18	9	15	6	10	11	17	10	16	12	19	10	17	10	17	10	17
0.7>	I.sınıf (zararsız)	25	39	32	52	29	48	10	16	22	36	30	49	13	21	17	27	10	16	5	9	5	9	5	9
0.7-3.0	II.sınıf (az-orta zarar)	37	58	28	45	31	51	46	74	36	59	28	46	45	71	42	67	48	77	51	86	86	51	86	
3.0<	III.sınıf (tehlikeli)	2	3	2	3	1	1	6	10	3	5	3	5	5	8	4	6	4	6	3	5	3	5	3	5
5>	I.sınıf (zararsız)	18	28	21	35	25	41	24	39	29	48	24	40	36	57	34	54	30	49	28	48	48	28	48	
5-30	II.sınıf (az-orta zarar)	41	64	35	58	30	49	27	43	26	42	29	48	24	38	25	40	25	40	26	44	44	26	44	
30<	III.sınıf (tehlikeli)	5	8	4	7	6	10	11	18	6	10	7	12	3	5	4	6	7	11	5	8	8	5	8	
1.5>	I.sınıf (zararsız)	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.5-7.5	II.sınıf (az-orta zarar)	46	72	30	48	11	18	14	23	34	56	32	53	12	19	30	48	10	16	35	59	59	35	59	
7.5<	III.sınıf (tehlikeli)	18	28	31	50	50	82	48	77	27	44	29	47	51	81	33	52	52	84	24	41	41	24	41	
1.25>	Kullanılabilir	61	95	53	85	46	75	45	73	43	70	50	82	55	87	51	70	40	65	49	84	84	49	84	
1.25-2.50	Orta kullanılabilir	0	0	3	5	5	8	7	11	6	10	4	7	5	8	5	22	12	19	5	8	5	8	5	8
2.50<	Kullanılmaz	3	5	6	10	10	16	10	16	12	20	7	11	3	5	7	8	10	16	5	8	8	5	8	
0.02>	I.sınıf	26	41	37	58	24	39	56	90	52	85	36	59	34	54	33	52	25	40	44	75	75	44	75	
0.02-0.16	II.sınıf	5	8	6	9	7	11	3	5	2	3	5	8	9	14	12	19	11	18	2	3	3	2	3	
0.16-0.65	III.sınıf	15	23	11	17	26	43	1	2	3	5	13	21	16	25	13	21	19	31	10	17	17	10	17	
0.65<	IV.sınıf	18	28	10	16	4	7	2	3	4	7	7	11	4	6	5	8	7	11	3	5	5	3	5	

\*Ks: Örnek alınan gözlem kuyusu sayısı





Şekil 2. Taban suyu seviyelerinin gözlem aylarındaki değişimleri

Ağustos ayında gözlem kuyularının %66'sında, diğer aylarda %50'sinde taban suyu seviyesinin 150 cm'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de yapılan bazı araştırmalarda sulama alanlarında taban suyu seviyesinin sulamaların yoğun olduğu aylarda yükseldiği belirlenmiştir (Çetin vd., 2008; Dinç vd., 2010; Arslan ve Demir, 2011). Menemen Sol Sahil sulama alanının Ege Denizi'ne yakın alanlarında taban suyu seviyesi 91-197 cm olarak belirlenmiştir (Korkmaz vd., 2015). Akbaş vd. (2008)'nin bildirdiğine göre sulama döneminde tarla bitkilerinde taban suyunun 1.0-1.2 m, meyve ağaçlarında 1.2-1.6 m arasında, sonbaharda tuzlulaşma riskini azaltabilmek için kumlu topraklarda 1.4 m, siltli topraklarda 1.70 m'nin altında tutulmalıdır (Van Hoorn ve Van Alphen, 1994).

Taban suyu pH değerlerinin aylık ortalamaları 7.6-8.0 arasında değişmiştir. Sulama sularındaki 6.5-8.5 sınır değerlerinden farklı pH değerleri, bitkilerde toksik maddelerin birikimine neden olmaktadır (Anonymous, 1994).

Taban suyu EC değerleri, 2011'de 0.36-13.53 dSm<sup>-1</sup>, aylık ortalamalar 1.93-2.40 dSm<sup>-1</sup>; 2012'de ise aynı sırayla 0.30-13.22 dSm<sup>-1</sup> ve 1.84-2.40 dSm<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Araştırma yıllarında gözlem kuyularının %69-87'sinde taban suyu tuzluluğunun 0.7-3.0 dSm<sup>-1</sup> (II. sınıf) arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Sulama alanının Ege Denizi'ne yakın kısımlarında ise EC daha yüksek olup 0.54-58.18 dSm<sup>-1</sup> arasındadır (Korkmaz vd., 2015).

Sulama birliklerine devri öncesi Menemen sulama alanında ortalama taban suyu tuzluluğu  $2.65 \text{ dSm}^{-1}$  iken devri sonrası  $3.14 \text{ dSm}^{-1}$ 'e yükselmiştir (Kıymaz, 2006).

Suyun toplam çözünmüş madde miktarı (TÇM), toprak çözeltisi içerisinde ozmotik basıncı artırarak bitkinin su alımını etkilemesinden dolayı önemli bir kalite kriteridir. Yüksek ozmotik basınç etkisinde bitki su tüketimi azalır, böylece bitkiler kuraklık stresine maruz kalmış gibi turgorlarını kaybeder, yaprakları sararır, solar ve ölebilirler (Ayyıldız, 1990). TÇM değerinin  $500 \text{ mg l}^{-1}$  > olduğu durumlarda bitkilerde herhangi bir olumsuz etki gözlenmezken  $500-1000 \text{ mg l}^{-1}$ 'de hassas bitkiler,  $1000-2000 \text{ mg l}^{-1}$ 'de birçok bitki etkilenmekte olup  $2000 \text{ mg l}^{-1}$  < ise tuzluluğa toleranslı bitkiler için geçirgen zeminlerde kullanılabilir (Resmi Gazete, 2012). Araştırma yıllarında taban suyu örneklerinin TÇM'leri  $189-8659 \text{ mg l}^{-1}$ , aylık ortalamaları ise  $1177-1542 \text{ mg l}^{-1}$  arasında değişmiştir. Çizelge 3'de de görüldüğü gibi toplam çözünmüş madde miktarı açısından araştırma alanının %69-87'sinde II. sınıf ( $500-2000 \text{ mg l}^{-1}$  az-orta zarar), %11-17'sinde III. sınıf ( $2000 \text{ mg l}^{-1}$  < tehlikeli) taban suyu bulunmaktadır.

Sulama sularında bulunan en önemli katyonlar kalsiyum, magnezyum, sodyum ve az miktarda potasyumdur. Genellikle kara sularında  $\text{Ca}^{+2}$ , deniz sularında  $\text{Mg}^{+2}$  hakim durumdadır (Zengin vd., 2008). Bitki gelişimi açısından mutlak gerekli elementlerden biri olan  $\text{Ca}^{+2}$ 'nin sulama sularındaki yeterli düzeyi  $2.0-5.0 \text{ me l}^{-1}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ 'nin ise  $2.5-4.2 \text{ me l}^{-1}$ 'dir (Will ve Faust, 1999). İncelenen taban suyu örneklerinin  $\text{Ca}^{+2}$  içerikleri  $0.4-29.8 \text{ me l}^{-1}$ , aylık ortalamalar  $2.2-5.8 \text{ me l}^{-1}$ ;  $\text{Mg}^{+2}$  ise  $0.5-102.1 \text{ me l}^{-1}$  ve  $7.0-12.2 \text{ me l}^{-1}$  arasında değişmiştir (Çizelge 1 ve 2). Yeterlilik sınır değerlerine göre aylık ortalamalar değerlendirildiğinde, araştırma alanındaki taban suyunun yeterli düzeyde  $\text{Ca}^{+2}$ , yüksek düzeyde  $\text{Mg}^{+2}$  içerdiği belirlenmiştir. Buharlaşma ve transpirasyon ile tuz konsantrasyonu arttıkça  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  tuzlarının eriyebilirliği azalır, ortamda çökelir ve  $\text{Na}^{+}$  eriyebilir halde kalır. Sodyumun, kil minerallerindeki  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  ile yer değiştirmesiyle alkalilik başlar ve toprağın strüktürel yapısı ile geçirgenliği bozulur (İnce, 1980).

Sodyum adsorpsiyon oranı (SAR) kavramı değişebilir sodyumun toprağın fiziksel özellikleri üzerine olan etkisine dayanmaktadır. Taban suyu SAR değerleri araştırma yıllarında 1-38, aylık ortalamalar ise 3-5 arasında değişmiştir. Örneklerin %56-72'i SAR açısından zararsız, %19-36'si az-orta zararlı iken %5-13'u tehlikelidir (Çizelge 3). Bafra Ovası Sağ Sahil Sulama alanındaki drenaj sularının aylık ortalama SAR değerleri 3.92 olup kış mevsiminde 7.93'e yükselmiştir (Arslan ve Cemek, 2011). Bu çalışmada ise

taban suyu SAR değerlerinin mevsimsel bir değişkenlik göstermediği görülmüştür.

Taban suyu Cl<sup>-</sup> içeriklerinin aylık ortalamaları, ilk yıl 7.2-13.9 mel<sup>-1</sup>; 2012'de 5.5-7.7 mel<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup %31-64'ü I. sınıfta (0-4 mel<sup>-1</sup>), %10-41'i III. sınıfta (10 mel<sup>-1</sup> < tehlikeli) yer almıştır (Çizelge 3). Suların Cl<sup>-</sup> konsantrasyonu 5 mel<sup>-1</sup> > olduğunda hassas bitkiler (domates, kayısı, erik vs.), 5-10 mel<sup>-1</sup> arasında hassas bitkiler (biber, patates, mısır), 10 mel<sup>-1</sup> < ise dayanıklı bitkiler (ayçiçeği, şekerpancarı) yetişebilmektedir (Mass, 1990). Bafra Ovası'nda taban suyu Cl<sup>-</sup> içerikleri Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 3.3-73.0 mel<sup>-1</sup>; Hindistan Bikaner'de ise 0.6-19.7 mel<sup>-1</sup> arasında değişmiştir (Arslan vd., 2007; Rajdeep Kaur ve Singh, 2011).

Taban suyu B içerikleri 0.0-6.0 ppm, aylık ortalamalar 0.9-1.5 ppm arasında değişmiştir. Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği'ne göre değerlendirilen örneklerin 2011'de %16-52'si I. sınıfta, %45-74'ü II. sınıfta, %1-10'u III. sınıfta; 2012'de %9-49'u I. sınıfta, %46-86'sı II. sınıfta, %5-8'i III. sınıfta yer almıştır (Çizelge 3). Sulama dönemi olan Ağustos ayında B konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir. Demirbaş ve Orhun (2008), Gediz nehir suyunun B içeriğinin (0.19–2.25 ppm) bazı noktalarda yüksek olmasının nedenini doğal ve/veya endüstriyel deşarjlara bağlamışlardır. Gediz Nehri'nin bir kolu olan Karaçay'ın B konsantrasyonu (0.134-3.937 ppm) yağışların fazla olduğu Aralık-Nisan ayları arasında düşmekte, yağmurların azaldığı Mayıs ve sonrasındaki aylarda ise yükselmektedir (Minareci vd., 2009). B, bitkilerin büyüme ve gelişmeleri için mutlak gerekli mikro besin elementlerinden biridir. Ancak, fazla bulunması halinde toksik etkisi nedeniyle bitkilerin hassasiyetine göre büyümelerini engelleyebilmektedir. Meyve ağaçları B'ye hassas (0.5-1.0 ppm) bitkiler arasında yer almaktadır. Araştırma alanındaki meyve bahçelerinde yüksek B içeriğinden dolayı verim ve gelişme sorunları ortaya çıkabilecektir.

Taban suyu NO<sub>3</sub>-N içerikleri, 2011'de 1.4-60.7 ppm; aylık ortalamalar 11.1-15.8 ppm; 2012'de aynı sırayla 1.0-58.2 ppm, 10.5-13.8 ppm arasında değişmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde taban suyu nitrat içeriklerinin sulama dönemi olan Ağustos ayında yükseldiği ve alanın %11 ila %18'inde tehlikeli (30 ppm<) boyutlara ulaştığı belirlenmiştir. Aşağı Seyhan Ovası'nın %50.2 ile %69.1'inde 20-50 ppm, %0.1 ile %1.1'inde kritik risk düzey olan 50 ppm'in üzerinde nitrat içeren taban suyu bulunmaktadır (Karnez, 2010). Sol sahil sulama alanının Ege Denizi'ne yakın kısımlarında taban suyu nitrat değerleri 0.8-42.7 ppm; aylık ortalamalar 3.5-6.3 ppm arasında değişmektedir (Korkmaz vd., 2014). Taban suyu nitrat konsantrasyonu, seralarda ve açıkta sebze üretim alanlarında 270 ppm, buğday-mısır rotasyon

alanlarında 12-39 ppm olarak bulunmuştur (Ju vd., 2006; Babiker vd., 2004). Yeraltı ve yüzey sularında nitrat konsantrasyonu düşüktür. Ancak, tarım alanlardaki aşırı gübreleme yeraltı suyuna nitrat bulaşmasına ve konsantrasyonun artmasına neden olabilmektedir (WHO, 1985). Araştırma alanının nitrat konsantrasyonunun denize yakın bölgelere göre daha yüksek oluşu meyve ve sebze yetiştiriciliğinin yaygın olmasından kaynaklanabilir.

Sulama sularının  $\text{CO}_3$  ve  $\text{HCO}_3$  içerikleri, nötralize edilebilen bileşiklerin konsantrasyonunu ifade etmektedir. İncelenen taban suyu örneklerinde  $\text{CO}_3$  bulunmamaktadır.  $\text{HCO}_3$  miktarları ise 1.0-32.9  $\text{me}^{-1}$ , ortalamalar 6.3-12.1  $\text{me}^{-1}$  arasında değişmektedir. Taban sularının %16-72'sinin orta (1.5-7.5  $\text{me}^{-1}$ ), %28-84'ünün yüksek (>7.5  $\text{me}^{-1}$ ) düzeyde  $\text{HCO}_3$  içerdiği saptanmıştır. Sudaki  $\text{HCO}_3$  konsantrasyonu fazla olduğunda, toprak içerisindeki  $\text{Ca}^{+2}$  ile birleşerek  $\text{CaCO}_3$  şeklinde çökeler. Bu çökeltme topraktaki sodyum oranını yükselterek toprak alkaliliğini artırmaktadır.

Artık sodyum karbonat (RSC), toprak özellikleri açısından oldukça önemlidir.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  toprak içindeki organik maddeyi çözer, toprak kuru olduğu zaman yüzeyde siyah lekeler bırakır ve siyah alkali toprakların oluşmasına yol açar. Kuru iken geniş çatlaklara sahip olan bu topraklar, nemli iken de çok yapışkan olduklarından işlemeye uygun değildir (Ayers ve Westcot, 1989). RSC değerine göre sınıflandırmada, 1.25  $\text{me}^{-1}$  > sular I. sınıf, 1.25-2.50  $\text{me}^{-1}$  arasında olanlar II. sınıf "orta kullanılabilir", 2.50  $\text{me}^{-1}$  < ise sulama açısından uygun bulunmamaktadır (Eaton, 1950). İncelenen taban suyu örneklerinin RSC değerlerinin ortalamaları 2011'de 0.3-1.5  $\text{me}^{-1}$ ; 2012'de ise 0.8-2.0  $\text{me}^{-1}$  arasında değişmiştir. Örneklerin %65-95'si RSC açısından kullanılabilir (1.25  $\text{me}^{-1}$  >), %5-20'i ise kullanılamaz (2.50  $\text{me}^{-1}$  <) bulunmuştur (Çizelge 3). Bu yüksek RSC'li taban suyu, araştırma alanı topraklarının strüktürünü kültür bitkilerinin gelişmesini engelleyecek şekilde bozabilecektir.

Toplam P içerikleri 0-15.6  $\text{mg}^{-1}$ , ortalamalar ise 0.1-0.4  $\text{mg}^{-1}$  arasında bulunmuştur. Taban suyu P konsantrasyonlarının Kıta İçi Su Kaynaklarının Sınıflarına göre araştırma alanındaki dağılımları, yıl sırasıyla I. sınıf (yüksek kaliteli su) %39-90, %40-75; II. sınıf (az kirlenmiş su) %3-11, %3-19; III. sınıf (kirlenmiş su) %2-43, %17-31; IV. sınıf (çok kirlenmiş su) %3-28, %5-11 arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Fosfat parametresi üzerine Gediz Nehri'nde yapılan bir çalışmada, nehir suyunun P içerikleri analiz edilmiş ve en yüksek P içeriği (7.4  $\text{mg}^{-1}$ ) Karaçay'ın Gediz'e karıştığı noktada bulunmuş olup bu durumun tarımsal işlemlerden çok endüstriden kaynaklandığı belirtilmiştir (Okur vd., 1997). Manisa Sanayi Arıtma Tesisi, gıda fabrikalarına ait atıklar yanında, deterjan, kimya vb. endüstrilerine ait atıkların Karaçay'a

ve oradan da Gediz Nehri'ne yüklü miktarda fosfat taşınmasında önemli bir rol oynamaktadır (Minareci vd., 2009). Gediz Nehri Emiralem regülatöründen 2011-2012 yıllarında alınan su örneklerinde toplam P değerleri 0.1-2.6 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> bulunmuş olup en yüksek değerler ocak ve mart aylarında olmuştur (Gündüz vd., 2014).

#### **4. Sonuç**

Toprak ve su yönetimindeki hatalı uygulamalar, sulama alanlarında taban suyunun yükselmesine ve kirlenmesine neden olmaktadır. Menemen Sol Sahil sulama alanında yapılan bilinçsiz ve kontrolsüz sulamalar, tarla su uygulama randımanlarının düşük olması, kanal ağından meydana gelen sızımlar taban suyu seviyesini yükseltmektedir. Araştırma sonucunda, 2011 ve 2012 yıllarında Gediz Nehri'ne yakın bölgede ve Menemen Sol Sahil sulama sisteminin başında bulunan araştırma alanının oransal alan ortalamasına göre, Ocak ayında %61.1'inde, Nisan'da %54.9'unda, Haziran'da %48.8'inde, Ağustos'da %64.4'ünde ve Ekim'de %43.3'ünde taban suyu seviyesinin 180 cm'nin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Taban suyu seviyesi sadece yağışlı dönem (Ocak) ve sulama döneminde (Ağustos) 90 cm'nin üstüne çıkmıştır. Taban suyu genellikle tuzluluk açısından II. sınıf (0.7-3.0 dSm<sup>-1</sup>), TÇM açısından II. sınıf (500-2000 mg<sup>l</sup><sup>-1</sup> "az-orta zarar"), SAR açısından "zararsız", B açısından II. sınıf (0.7-3.0 ppm), NO<sub>3</sub>-N açısından II. sınıf (5-30 ppm), HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> açısından III. sınıf (tehlikeli), genelinde RSC açısından kullanılabilir, toplam P açısından I. sınıf (0.02 ppm>) ve II. sınıf (0.02-0.16 ppm) olduğu ve yeterli düzeyde Ca<sup>+2</sup> ile yüksek düzeyde Mg<sup>+2</sup> içerdiği belirlenmiştir. Ancak araştırma alanının yaklaşık %10-30'unda RSC, Cl, B ve toplam P içeriği yüksek taban suyu bulunmaktadır. Bu durum, meyve ve sebze yetiştirilen alanlarda yükselen taban suyu seviyesine de bağlı olarak üretimi olumsuz yönde etkileyebilecektir. Olası bu olumsuzluğu önleyebilmek için araştırma alanındaki mevcut tarla içi drenaj sistemlerinin kontrol edilmesi, çalışmayan sistemlerin bakım ve onarımlarının yapılması, olmayan alanlara da yeni sistemlerin tesis edilmesi bir öneri olarak sunulabilir.

#### **Kaynaklar**

Akbaş, F., Ünlükara, A., Kurunç, A., İpek, U., & Yıldız, H. (2008). Tokat-Kazova'da taban suyu gözlemlerinin CBS yöntemleriyle yapılması ve yorumlanması.

- Sulama ve Tuzlanma Konferansı*, 12-13 Haziran 2008, Şanlıurfa, Cilt I: 309-318.
- Anonymous (1994). FAO, Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper, No:29, Rome.
- APHA-AWWA-WPCF, (1998). Standart methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> Edition, American Public Health Association, 1360 p. Washington D.C.
- Arslan, H., Güler, M., Cemek, B., & Demir, Y. (2007). Bafra Ovası yeraltı suyu kalitesinin sulama açısından değerlendirilmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2):219-226.
- Arslan, H., & Demir, Y. (2011). Monitoring and assessing groundwater level By GIS: A case study in the irrigated soils of Bafra Plain in Northern Turkey. *Anadolu Journal of Agricultural Science*, 26(3):203-211.
- Arslan, H., & Cemek, B. (2011). Bafra Ovası drenaj sularının özelliklerinin mevsimsel değişimi ve sulamada kullanıma olanakları. *Anadolu Tarım Bilim Dergisi*, 26(2):128-135.
- Ayers, R.S., & Westcot, D.W. (1989). Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper 29, Rev.1, <http://www.fao.org/DOCREP/003/T0234e/T0234E00.htm>. Erişim tarihi: 2 Mart 2014.
- Ayyıldız, A. (1990). Sulama Suyu Kalitesi ve Tuzluluk Problemleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Ders Kitabı: 344, 282 s., Ankara.
- Babiker, I.S., Mohamed, M.A.A., Terao, H., Kato, K., & Ohta, K. (2004). Assessment of groundwater contamination by nitrate leaching from intensive vegetable cultivation using geographical information system. *Environment International*, 29(2004):1009-1017.
- Çamoğlu, G., Olgen, K., Karataş, B.S., & Aşık, Ş. (2006). Menemen sulama sisteminde taban suyunun zamana ve mekana göre değişiminin değerlendirilmesi: Maltepe ana kanalı örneği. *4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri*, 13-16 Eylül, İstanbul, s:423-430.
- Çetin, M., Kırdar, C., Efe, H., & Topçu, S. (2008). Düşük kaliteli suların sulamada kullanılmasının neden olabileceği olası tuzluluk sorununun coğrafi bilgi sistemi ortamında irdelenmesi. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 20-22 Mart 2008, Ankara, Cilt II: 471-481.
- Demirbaş, P., & Orhun, Ö. (2008). Determination and assessment of boron content with spectrophotometric analysis method in terms of water quality in North Aegean, Gediz and Küçük Menderes River Basin, between 2003–2007 years (in Turkish). *5. Dünya Su Forumu Bölgesel Hazırlık Süreci, Havza Kirliliği Konferansı*, 26-27 Haziran 2008, İzmir, s:47-57.
- Dinç, N., Bahçeci, İ., & Tarı, A.F. (2010). Konya Çumra Ovasında kurulmuş kapalı drenaj sistemlerinde taban suyu düzeylerinin zamansal değişimi. *Derim*, 27(1):43-56.
- DSİ (2005). Tabansuyu izleme rehberi. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Eaton, F.M. (1950). Significance of carbonates in irrigation waters. *Soil Science*, 69:123-133.
- Gündüz, M., & Korkmaz, N. (2014). Gediz Nehri Emiralem regülatöründe bazı su kalitesi göstergelerinin zamansal değişimi. *12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu*, 21-23 Mayıs 2014, Tekirdağ, Bildiri Özet Kitabı, s:196.
- İnce, F. (1980). Erzurum yöresinde bulunan bazı suların kalitelerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11:127-134.

- Ju X.T., Kou C.L., Zhang F.S., & Christie P. (2006). Nitrogen balance and groundwater nitrate contamination: Comparison among three intensive cropping systems on the North China Plain. *Environmental Pollution*, 143(1):117-125.
- Karnezi, E. (2010). Aşağı Seyhan Ovasında buğday ve mısır üretim alanlarında azot bütçesine ilişkin girdi ve çıktılarının irdelenmesi. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Kıymaz, S. (2006). Gediz Havzası örneğinde sulama birliklerinin sorunları ve çözüm yolları. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Korkmaz, N., Gündüz, M., Özden, N., Şen, S., Bilir, Z.L., Aşık, Ş., Tekin, A.B., & Güzelses, Ş. (2014). Menemen Sol Sahil sulama alanında taban suyunun mekânsal ve zamansal değişiminin jeostatistiksel yöntemlerle değerlendirilmesi. Sonuç Raporu: UTAEM 2014-01, 147 s., İzmir.
- Korkmaz, N., Gündüz, M., & Aşık, S. (2015). Temporal and spatial variations of groundwater level and salinity: A case study in the irrigated area of Menemen Plain in Western Turkey. *Hungarian Agricultural Engineering*, 28(2015):39-43.
- Mass, E.V. (1990). Crop Salt Tolerance. *Agricultural Salinity Assessment and Management ASCE*, pp:262-304, New York.
- MGM (2015). Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, www.mgm.gov.tr. Erişim tarihi: 29 Kasım 2015.
- Minareci, O., Öztürk, M., Egemen, Ö., & Minareci, E. (2009). Detergent and phosphate pollutionin Gediz River, Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8(15):3568-3575.
- Okur, B., Hakerlerler, H., Anaç, D., Anaç, S., Dorsan, F., & Yağmur, B. (1997). An Investigation on Monthly and Seasonal Variation of Some Pollution Parameters of Gediz River. Ege Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje No: 93-ZRF-043, s:1-41, İzmir.
- Rajdeep Kaur, R., & Singh, R.V. (2011). Assessment for different groundwater quality parameters for irrigation purposes in Bikaner City, Rajasthan. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 6(3):385-392.
- Resmi Gazete (2010). Atıksu arıtma tesisleri teknik usuller tebliği. 20 Mart 2010, sayı 27527. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/03/20100320-7.htm>. Erişim tarihi: 5 Haziran 2010.
- Resmi Gazete (2012). Yüzeysel su kalitesi yönetimi yönetmeliği. 30 Kasım 2012, sayı 28483. [www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/02/20140211-4.htm](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/02/20140211-4.htm). Erişim tarihi: 7 Eylül 2014.
- Sönmez, B., & Beyazgül, M. (2014). Türkiye’de tuzlu ve sodyumlu toprakların ıslahı ve yönetimi. [http://makinecim.com/bilgi\\_56262](http://makinecim.com/bilgi_56262). Erişim tarihi: 5 Mayıs 2015.
- TOPRAKSU (1971). Menemen Ovası temel toprak etüdü. TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Toprak ve Etüd Haritalama Dairesi Raporları. Seri No:24, 65 s, Ankara.
- Van Hoorn, J.W., & Van Alphen, J.G. (1994). Salinity Control in: Drainage principles and applications. Edited by H.P. Ritzema. International Institute for Land Reclamation and Improvement, P.O. Box 45, 6700 AA Wageningen.
- WHO (1985). Health Hazards from nitrates in drinking water. WHO, Regional office for Europe. [www.ircwash.org/sites/default/files/203.3-85HE-993.pdf](http://www.ircwash.org/sites/default/files/203.3-85HE-993.pdf). Erişim tarihi: 8 Ocak 2010.

- Will, E., & Faust, J.E. (1999). Irrigation water quality for greenhouse production. University of Tennessee, Agricultural Extension Service. PB1617. <http://www.utextension.utk.edu/publications/pbfiles/pb1617.pdf>. Erişim tarihi: 6 Nisan 2016.
- Yurtseven, E. (1997). Ülkemiz nehir su kaynaklarının kalite değerlendirmesi. *VI. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri*, 5-8 Haziran 1997, Bursa, s:453-459.
- Zengin, M., Karakaplan, S., & Ersoy, İ. (2008). Determination of irrigation water quality of Lake Beysehir and other water sources used in irrigation of Çumra Plain. *Asian Journal of Chemistry*, 20(1):694-704.